

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.10.2004

REC'D 11 NOV 2004

WIPO

POT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月23日

出願番号
Application Number: 特願2003-362824
[ST. 10/C]: [JP 2003-362824]

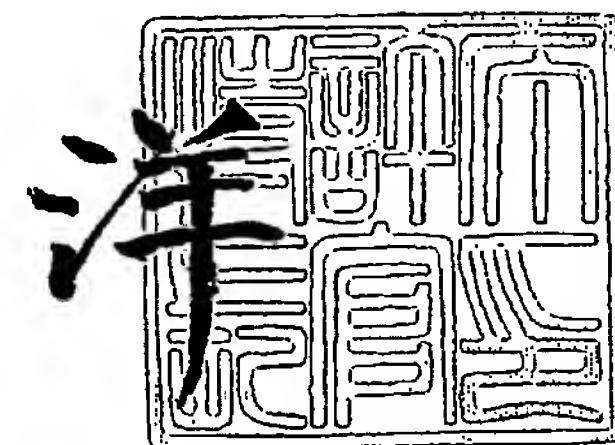
出願人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-309165C

【書類名】 特許願
【整理番号】 103H0738
【提出日】 平成15年10月23日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 F03B 13/14
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 【氏名】 宮島 光治
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 【氏名】 北田 秀樹
【特許出願人】
 【識別番号】 000002130
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
 【代表者】 岡山 紀男
【代理人】
 【識別番号】 100074206
 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区日本橋 1 丁目 1 8 番 1 2 号 鎌田特許事務所
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鎌田 文二
 【電話番号】 06-6631-0021
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084858
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 東尾 正博
【選任した代理人】
 【識別番号】 100087538
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鳥居 和久
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 009025
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9715601

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

波面に浮かべた浮動体上に重量物を弾性部材で弾性的に支持し、浮動体と重量物間に重量物の移動に対し減衰力を生じさせ、かつその移動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電手段を設け、弾性部材の不減衰固有振動数が浮動体を加振する波の振動数となるように弾性部材のばね定数を設定し、弾性部材と波との共振現象を利用するようにした波力発電装置。

【請求項 2】

前記弾性部材のばね定数を可変とし、波の振動数の変化に対応して弾性部材の不減衰固有振動数を調整自在としたことを特徴とする請求項 1 に記載の波力発電装置。

【請求項 3】

前記弾性部材を空気ばねとし、この空気ばねに補助タンクを接続して空気ばねの内容積を変化させることができるように構成し、これにより上記不減衰固有振動数を波の振動数の変化に対応して調整自在としたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波力発電装置。

【請求項 4】

前記発電手段を電磁ダンパーとしたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の波力発電装置。

【請求項 5】

前記浮動体に自走機能を設けること又は船舶を前記浮動体とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の波力発電装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波力発電装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、波面の波エネルギーを高効率に電気エネルギーに変換する波力発電装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

波エネルギーを利用して発電する波力発電の研究が種々行なわれているが、非特許文献 1 によれば、波力発電方式は一次変換の機構として、1) 空気エネルギーに変換する方式、2) 機械的なエネルギーに変換する方式、3) 水の位置エネルギー又は水流エネルギーに変換する方式のいずれかに属するものが実験装置により試みられている。上記 1) の空気エネルギーに変換する方式の一例として空気タービン式波力発電装置が提案され、既に浮体構造物「海明」に設置して実験が行なわれたことが報告されている。

【0 0 0 3】

この装置の原理的な構成は、一定断面積の空気室を所定深さ分海面下に沈め、波に伴う海面の上下運動によって空気室内に生じる空気流れで空気タービンを回転させ、連動する発電機により電力を取出すように構成されている。この他にも種々の実験装置が試作され、各種実験が行なわれているが、現状のこれら波力発電装置は、発電量が 3 0 ~ 3 5 0 K W と小さく、規模の割りには建設コストが高いと指摘されている。

【0 0 0 4】

発電量が小さいのは、電気エネルギーへの変換効率が悪く、波力エネルギーを十分に活用できていないからであり、従って必然的に建設コストが高くなるが、仮りに大型発電設備として建設した場合、安全対策として防波堤自体の設置が必要となり、防波堤固定型は海洋工事となり割高であって、益々建設コストが高くなる。又、津波、台風の影響で破損する場合もある。従って、現状の波力発電装置は、無停電ブイの標識灯用の電源として小発電装置が利用されているに過ぎない。

【0 0 0 5】

このような波力発電による小発電装置の一例として、特許文献 1 による「波力発電方法と波力発電ブイ」が公知である。この公報による波力発電方法は、波面に浮遊している浮動体の内部に固定したスプリング手段から紐体を海水中に下ろしてその下端に重りを付け、波面の上下動によって浮動体と海水中の重りとの相対的な移動により紐体に係合された発電手段を駆動し、電気エネルギーを得るというものである。この波力発電方法を適用した波力発電ブイは、浮動体に設けた筒体の頂上部の発光源に上記発電方法で得た電力を供給するように構成されている。

【0 0 0 6】

しかし、このような波力発電装置を用いたブイでは、浮動体が沈まないように軽い重りが用いられ、かつ重り－バネの共振現象を利用していないため、波の上下運動に伴う磁石の運動エネルギーが小さく、従って変換される電気エネルギーも小さく、波力発電ブイ程度の小規模発電にしか利用できない。

【0 0 0 7】

一方、波力エネルギーの利用ではなく、携帯時の振動や揺動の運動エネルギーを効率よく電気エネルギーに変換し得る「携帯型発電機」が特許文献 2 により公知である。この携帯型発電機は、円筒体内に軸方向へ移動可能なバネで保持された棒状の永久磁石を挿入し、円筒体外周に筒状のコイルを巻付けて発電部を形成し、携帯時の振動や揺動でコイルに発生した交流電圧を整流器で整流してバッテリーに充電するというものである。

【0 0 0 8】

この発電機は、手動回転操作などの煩わしい操作を必要とせず、永久磁石の軸方向の共振振動数を携帯時の主要な振動源の平均周期に合わせることで共振を利用して携帯時の振動や揺動の運動エネルギーを効率よく電気エネルギーに変換するようにしている。この場

合、人の歩行時の平均周期は 1.9 Hz 程度であるが、携帯時の状況あるいは携帯者によっても携帯時の振動や揺動の平均周期は変化し、従って永久磁石の軸方向の共振振動数を調整する手段を備えるのが望ましい。

【0009】

しかし、上記構成の携帯型発電機は、携帯を目的としているため、重りとしての磁石の重量が軽く、円筒コイルの中に入れた構造のため大きさに制限があり、磁石を大きくすることができない構造であって、運動エネルギーが小さく、重り-バネの共振現象を利用しているが、この発電方式を大きな発電量の発電方式に適用することはできない。

【非特許文献1】雑誌「波力発電の現状」(財)電力中央研究所所有識者会議推進室編)

【特許文献1】特開平2-230969号公報

【特許文献2】特開2002-374661号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

この発明は、上記の問題点に留意して、波エネルギーを高効率に電気エネルギーに変換でき、簡易な構成で建設コストが小さく、大容量の発電を低コストで供給できる波力発電装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この発明は、上記の課題を解決する手段として、波面に浮かべた浮動体上に重量物を弾性部材で弾性的に支持し、浮動体と重量物間に重量物の移動に対し減衰力を生じさせ、かつその移動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電手段を設け、弾性部材の不減衰固有振動数が浮動体を加振する波の振動数となるように弾性部材のばね定数を設定し、弾性部材と波との共振状態で発電するようにした波力発電装置である。

【0012】

上記構成の波力発電装置は、浮動体に作用する波の加振力の振動に重量物を支持する弾性部材の振動を共振させ、この共振状態を利用して大きな発電量を得るようにしたものである。浮動体が波により上下動して振動すると、浮動体上に設置されている重量物にも上下動の加振力が作用するが、重量物は弾性部材に支持されているため浮動体の上下動とは時間的にずれて上下動する。

【0013】

従って、予め弾性部材の不減衰固有振動数が波の振動数に一致するように弾性部材のばね定数を設定しておけば、この重量物の上下動が最大ストロークで変動することとなり、直線方向の位置の変動を利用した電磁ダンパーの発電手段では最大容量の発電を効率よく得ることができる。この場合、波の振動数は、同じ場所でも季節、日時等によって異なり、又場所が異なればさらに大きく異なる。従って、弾性部材のばね定数は波の振動数が変動するのに合わせて調整できるようにするのがよい。

【0014】

波力発電に利用できる波の振動数は、短周期重力波(0.1~1秒)~普通重力波(1~30秒)とされ、これに適合する弾性部材としては空気ばねが代表的であり、補助タンクを利用して内容積を変化させることによりその不減衰固有振動数を波の振動数に近い0.4~6.0 Hzまで簡単に変化させて調整できる。弾性部材は、この他にもコイルばね、板ばねを利用することもでき、ばねの種類は問わない。

【0015】

浮動体は、それ自体が自走しなくても波面に浮動できる筐体であればよいが、その場合は他の船により曳航可能に形成し、又浮動体を新設又は既存の船舶の船体として自走機能を持たせ、この船体上又は船体内に浮動体上の各部材を設け、全体として波力発電設備を構成してもよい。

【発明の効果】

【0016】

この発明の波力発電装置は、重量物とこれを支持する弾性部材の系の振動を波の振動に共振させて大きな運動エネルギーを生じさせ、電磁ダンパーの発電手段により電気エネルギーを得るようにしたから、簡単な構成で大容量の発電量を低コストで実現でき、浮動体に自走機能を持たせることにより津波、台風から避難できるため、安全性が高く、広い海域で利用できるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は実施形態の波力発電装置の主要断面図である。1は浮動体であり、後述する発電装置を搭載しても沈まない程の十分な浮力を有する浮体として構成されるものであり、自走して移動し得る船体そのものとしてもよいし、あるいは船体上、又は船体内に固定設置した台板又は箱体と共に全体で浮体としてもよい。図示の例では箱形状の断面のみを簡略表示している。上記浮動体1上には囲壁 2_H 、 2_V で完全密閉状に囲まれた部屋内に発電ユニットが設けられている。但し、船体内に設ける場合は、必ずしも完全密閉状でなくても浸水しなければよい。

【0018】

発電ユニットは、図示のように、浮動体1上に重量物（重り）3を空気ばね4で支持し、浮動体1と重量物3の間に発電手段7として電磁ダンパーによる発電装置を設けて形成されている。重量物3は、厚板を複数枚重ねて一体化された重りとして用いる。この重量物3の側方には空気ばねで支持された状態で波面の上下動による移動を垂直壁面に沿って案内するローラ12が適宜設けられる。

【0019】

空気ばね4は、複数箇所（図示の例では4箇所）で重量物3を支持するように設けられている。空気ばね4は、内部の空気容量を変化させることにより不減衰固有振動数 ω_0 を可変とするものであり、波の振動数と共振させるのに優れた弾性部材の一例として採用している。この空気ばね4では、ダイヤフラム5をピストン6との間に封止し、ピストン6内の室6bと浮動体1内の室1aを補助タンクとし、開閉（制御）弁6aを開閉することにより空気ばね内部の空気容量を変化させるようにしている。

【0020】

但し、ピストン6内に補助タンクを設け、補助タンクを細部に仕切る、あるいは外部設置タンクに接続するなど空気容量の変化を連続的に又は段階的に大きく変化させる種々の方式が存在するから、そのいずれを採用してもよい。なお、水平な囲壁 2_H の下面には重量物3の上昇を一定範囲に制限するストッパ11が設けられている。

【0021】

発電手段7は、フレーム又は囲壁7a内に永久磁石8を互いに水平方向に異極性部分NとSを対向するように設けた永久磁石対の複数対を垂直方向に、かつ互いに隣り合う永久磁石対の磁極向きを交互に反転するように設け、各対の永久磁石8の間にコイル9をそれぞれの永久磁石対に対応する間隔で設けて形成されている。そして、コイル9と永久磁石8との半径方向隙間は所定ギャップ量に設定され、複数箇所コアロッド7bの中間高さ位置より下方に亘って設けられている。各コイル9は互いに直列又は並列にその導線を接続して外部へ導出されている。

【0022】

上記の構成とした波力発電装置では、波力による浮動体1の上下振動を空気ばね4を介して重量物3に伝達し、空気ばねの内部空気容量を予め調整してその不減衰固有振動数 ω_0 を波の振動数に合致させておき、共振状態で重量物3を振動させることにより空気ばね4の伸縮変位を最大として、重量物3に連動する発電手段7の発電容量が最大となるように発電が行なわれる。

【0023】

この場合、一般に波力発電に適合する波の振動数は、短周期重力波（0.1～1秒）～普通重力波（単に重力波とも言う）（1～30秒）とされ、上記空気ばねは0.4～6.

0 Hz に変動可能であり、それぞれの波の振動数は別途振動センサを設けて測定し、測定された波の振動数に ω_0 の値が一致するように開閉弁にて空気の内容量を調整する。永久磁石 8 は、これを囲むフレーム 7 a をヨークとし、このヨークを介して磁気回路を構成しており、その中でコイル 9 を摺動させて磁気回路を垂直方向に切ることによりコイル 9 に起電力 e を生じさせるのである。

【0024】

上記の波力発電装置による発電の原理は、以下の論理に基づくものである。図 2 の (a) 図に上記波力発電装置を簡略化した模式図、(b) 図に振動モデルとしてモデル化した図を示す。図において、重量物 3 の質量を m 、空気ばね 4 のばね定数を k 、電磁ダンパーの発電手段 7 の起電力 e によって発生する減衰力を c 、浮動体 1 の上下変位を x 、重量物 3 の上下変化を y とする。空気ばねのばね定数 k は、上述した波の振動数 ($0.4 \sim 6$ Hz) に共振するように予め設定されているものとする。

【0025】

上記ばね系で支持されている重量物 3 は、波動により上下動する浮動体の動きに対応して空気ばねの大きな伸縮運動を介して振動する。この重量物 3 の上下方向の運動方程式は次式で表される。

$$m y'' = -k (y - x) - c (y' - x') \quad \dots \quad (1)$$

上式中の $''$ 、 $'$ は 2 階微分、1 階微分を表す。

【0026】

ここで、浮動体 1 と重量物 3 との間の伸縮量を z とすると、 $z = y - x$ であり、浮動体 1 の波力から受ける振動を上下変位で $x = X \sin \omega t$ と仮定する。 $y = z + x$ であるから、 $y'' = z'' + x'' = z'' - \omega^2 X \sin \omega t$ となり、従って (1) 式は次のように変形できる。

$$m z'' + c z' + k z = m \omega^2 X \sin \omega t \quad \dots \quad (2)$$

さらに、不減衰固有振動数 $\omega_0 = (k/m)^{1/2}$ 、減衰比 $\zeta = c / (2 m \omega_0)$ とすると、 z/x は次のようになる。

$$z/x = (\omega/\omega_0)^2 / \{ [1 - (\omega/\omega_0)^2]^2 + (2\zeta\omega/\omega_0)^2 \}^{1/2} \quad \dots \quad (3)$$

【0027】

上記減衰比 ζ を変化させた時の z/x と振動数比 ω/ω_0 の関係を図 3 に示す。図 3 から分かるように、振動数比 $\omega/\omega_0 = 1$ 、つまり波力の強制振動数 ω と不減衰固有振動数 ω_0 が等しくなる状態 (共振状態) で伸縮変位 z が最大となる。

【0028】

起電力 e は、電磁ダンパーの発電手段 7 のコイル長さを L とし、コイルを横切る磁束密度を B 、コイルと磁束間の相対速度を v とすると、 $e = B L v$ で表されるから、伸縮変位 z が最大となる共振時に相対速度 v が最大となり、最大の起電力 e_{max} を得ることができ ($v = z'$)。又、減衰力 c はコイルの電流を I とすると、 $c = B I L$ で表される。従って、起電力 e を大きくするため、コイル長さ L 又は磁束密度 B を大きくすると減衰力 c が大きくなるが、それに伴って減衰比 ζ が大きくなるため z/x が小さくなり、相対速度 v が小さくなるという関係がある。つまり、減衰比 ζ があまり大きくならないように減衰力 c と質量 m のバランスを適宜設定する必要がある。

【0029】

なお、図示省略しているが、電磁ダンパーの発電手段 7 には電圧調整器、逆流防止装置を経由して蓄電池、及び電力網へ電力を供給するように給電ラインが接続されている。又蓄電池を重量物の一部として利用するように構成してもよい。さらに、上記波力発電装置に自走機能を設けること又は船舶を浮動体とすることもできる。浮動体が水平方向に動くことで浮動体に作用する波の強制振動数 ω を変化させることができ、不減衰固有振動数 ω_0 と共振するように自走速度を調整し、大きな発電量を得ることも可能となる。船舶は新設又は既存のものいずれでも利用できる。既存の船舶を浮動体とすれば、低コスト化が可能となる。電磁ダンパーの発電手段は、磁石部とコイル部が分離して構成され、相対的

に移動する構造であればよい。

【0030】

上記実施形態の波力発電装置の一例として、重量物 = 200 kg (質量 20.4 kg/m/s^2)、空気ばねの全体のばね定数を 7899 N/m 、コイル長さ $L = 1000 \text{ m}$ で抵抗 $R = 10 \Omega$ 、永久磁石による磁束密度 B を 0.1 T とする発電ユニットを浮動体に設けて波力発電装置を構成した。上記浮動体に 1 Hz の波力を作用させると、減衰力 1000 N が発生する。この場合、減衰比 $\zeta = 0.39$ 、振幅比 $z/x = 1.25$ となり、浮動体の上下変位 $x = 0.4 \text{ m}$ 、空気ばねの伸縮量 $z = 0.5 \text{ m}$ 、平均相対速度 $V_{A.V.} = 1.0 \text{ m/s}$ の条件下では起電力 $e = BLv = 0.1 \text{ T} \times 1000 \text{ m} \times 1 \text{ m/s} = 100 \text{ V}$ 、電流 10 A が発生し、電力 1 KW が得られる ($I \times V = 10 \text{ A} \times 100 \text{ V} = 1000 \text{ W}$)。

【0031】

以上のような発電装置の一例に対し、大型タンカーのサイズの浮動体に 10 万トンの重量物を支持したとすると、重量比で発電量が増えるため、その 50 万倍即ち 50 万 KW の発電が可能となる。但し、全体重量が重くなると浮動体の振幅が小さくなり、平均相対速度 v が小さくなることがあるため、その場合は上記浮動体上の発電ユニットを複数組設置し、各々の上下運動に相互干渉しないように組合せて使用するとよい。

【産業上の利用可能性】

【0032】

この発明の波力発電装置は、無停電ブイの小発電装置は勿論、大容量の発電装置として、あるいは電力供給が難しい島、海上レジャー機器、施設への電力供給、及び小型化により救命ボートの発電用など広く発電装置として各種の用途に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】 実施形態の波力発電装置の主要断面図

【図2】 同上装置の (a) 模式図、及び (b) 振動モデル化したモデル図

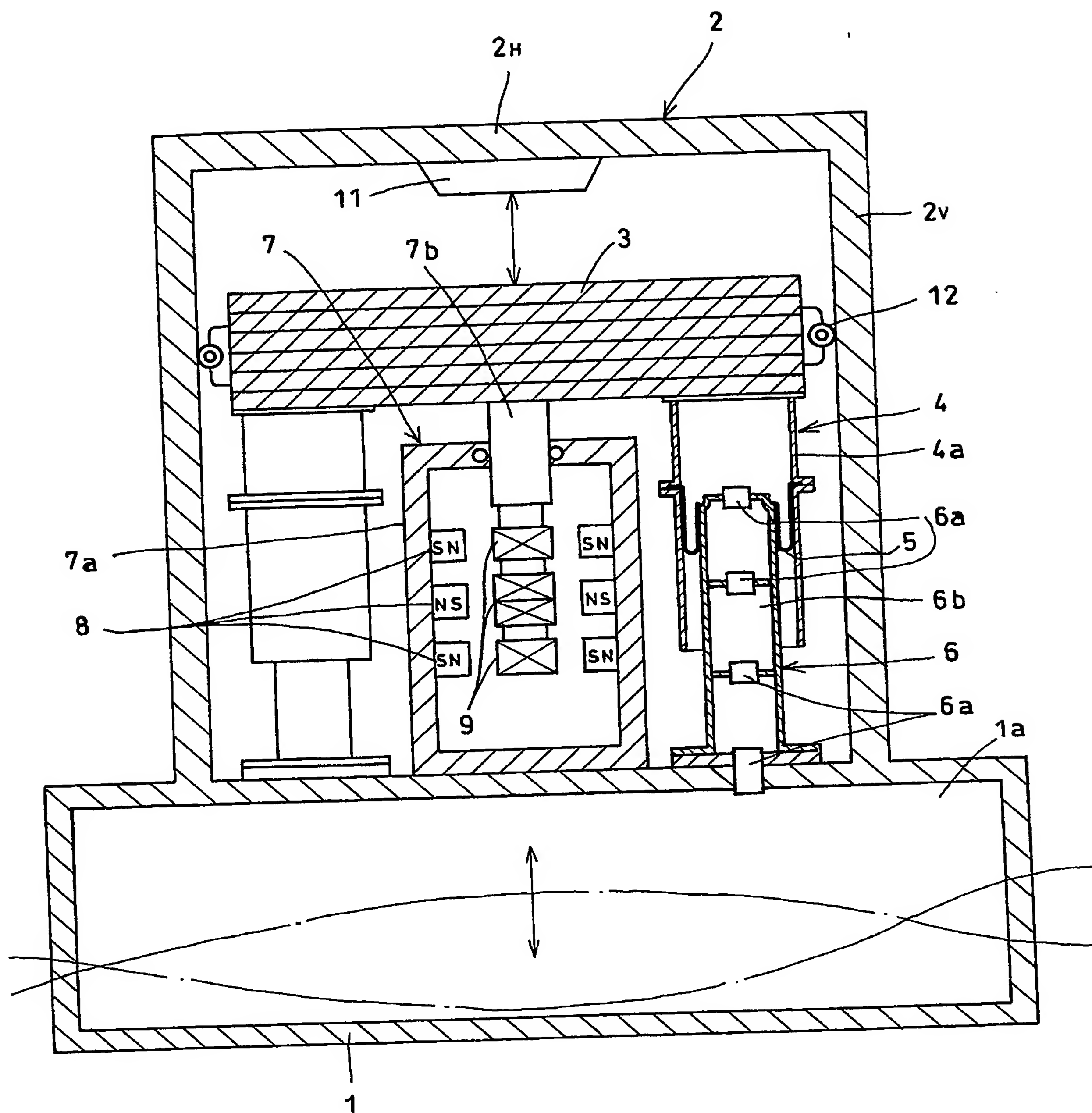
【図3】 振動数比 ω/ω_0 と z/x との関係を表す図

【符号の説明】

【0034】

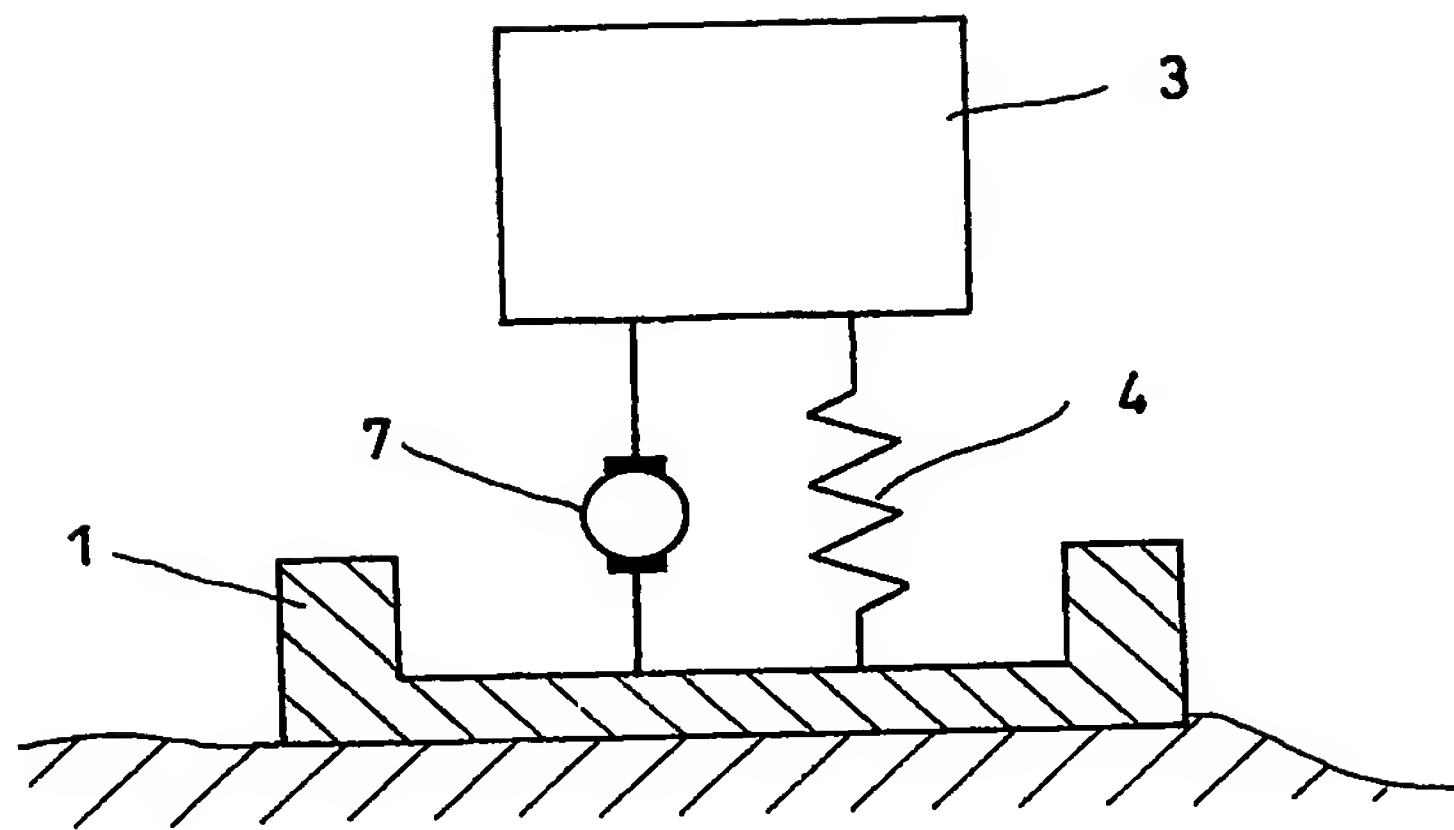
- 1 浮動体
- 2 囲壁
- 3 重量物
- 4 空気ばね
- 5 ダイヤフラム
- 6 ピストン
- 7 発電手段
- 8 永久磁石
- 9 コイル

【書類名】 図面
【図 1】

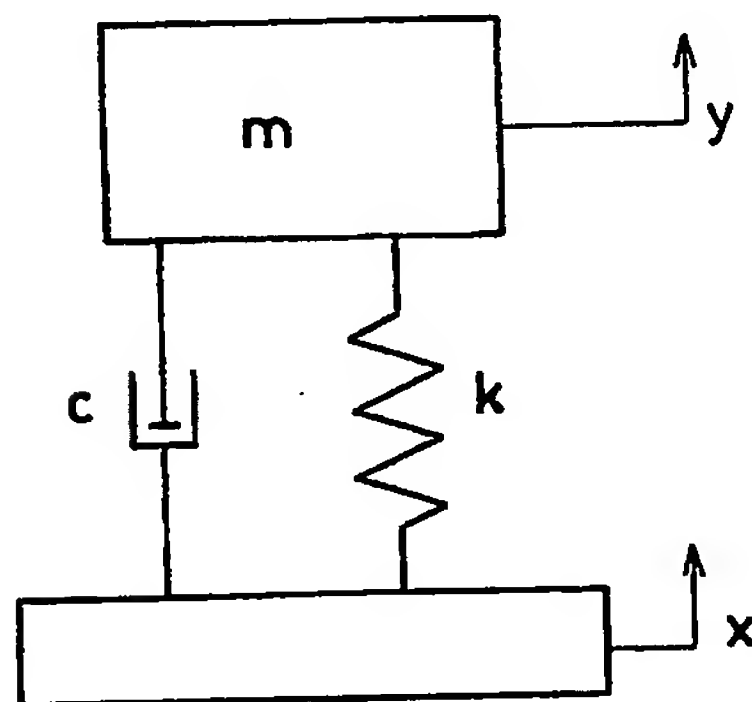


【図 2】

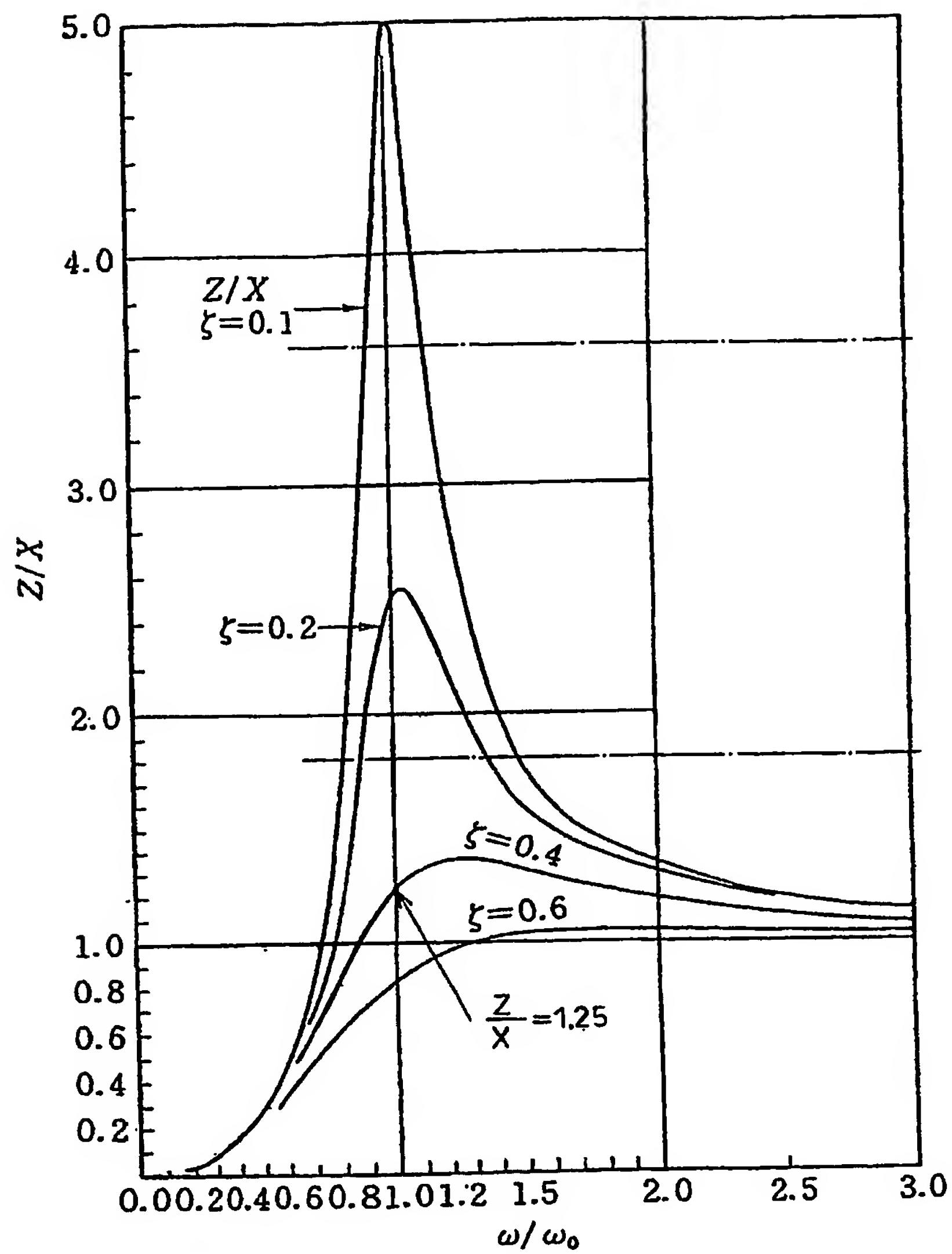
(a)



(b)



【図 3】



振動数比 ω/ω_0 に対する Z/X

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波エネルギーを高効率に電気エネルギーに変換でき、簡易な構成で建設コストが小さく、大容量の発電を低コストで供給できる波力発電装置を得ることである。

【解決手段】 波力発電装置は、浮動体 1 上の囲壁 2 内に重量物 3 を弾性部材の空気ばね 4 で弾性支持し、重量物 3 と浮動体 1 間に電磁ダンパーの発電手段 7 を設けて構成されている。空気ばね 4 のばね定数は、波の振動数に空気ばねの不減衰固有振動数が一致するように予めピストン 6 内と浮動体 1 内に設けた補助タンクにより調整し、ばね系の振動を波に共振させて発電手段 7 の相対移動を最大とし、発電効率を最大限に向上させて発電ができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 6 2 8 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社